

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-26994

(43) 公開日 平成7年(1995)1月27日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	片内整理番号	P I	技術表示箇所
F 0 2 D 13/02	J	7536-3G		
F 0 1 L 1/34	Z	6965-3G		
F 0 2 B 29/08	Z	7541-3G		
33/00	C	9832-3G		
F 0 2 D 21/08	3 0 1 A	7536-3G		

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平5-167026

(22) 出願日 平成5年(1993)7月6日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 佐々木 潤三

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 藤井 幹公

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 高山 剛

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 奇山 茂 (外1名)

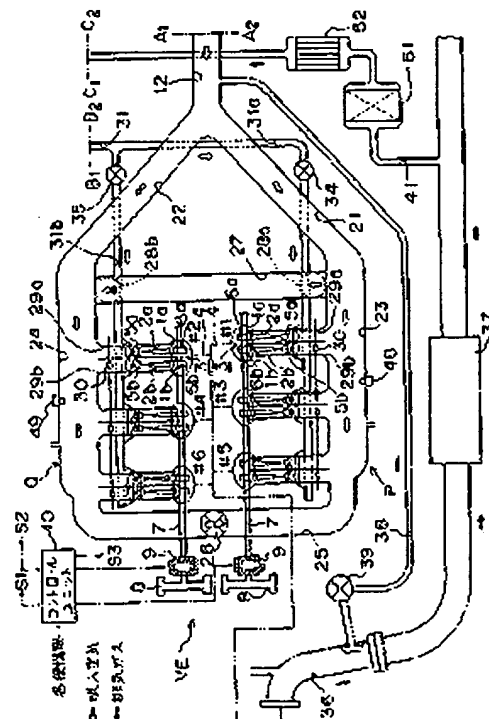
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械式過給機付エンジンの吸気装置

(57) 【要約】

【目的】 ノッキングの発生を防止しつつエンジン出力及び燃費性能を高めることができ、かつ排気温度及び過給機吐出温度を許容限界内に保持することができる機械式過給機付エンジンを提供する。

【構成】 低速領域では吸気弁遅閉じ運転が行われ、耐ノック性が高められる。この状態からエンジン回転数が上昇し、排気温度が許容限界に達したときには EGR 率が高められ排気温度が許容限界内に保持され、過給機吐出温度が許容限界に達したときには吸気弁早閉じ運転が行われ吐出温度が許容限界内に保持される。この場合、空燃比のリッチ化あるいは加圧空気のリリースが行われないので、エンジン出力及び燃費性能が高められる。さらに、エンジン回転数が上昇して排気温度あるいは吐出温度が再び許容限界に達したときには、空燃比のリッチ化あるいは加圧空気のリリースによりこれらが許容限界内に保持される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 機械式過給機と、吸気弁の開弁タイミングを変化させることができる吸気弁開閉タイミング可変手段と、少なくとも機械式過給機によって過給が行われる運転領域では運転状態に応じて、吸気弁がクランク角でみて吸気行程下死点後の比較的遅いタイミングで閉じられるように吸気弁開閉タイミング可変手段を制御してエンジンに吸気弁遅閉じ運転を行わせる吸気弁開閉タイミング制御手段とが設けられている機械式過給機付エンジンの吸気装置において、

吸気弁開閉タイミング制御手段が、所定の低速領域ではエンジンに吸気弁遅閉じ運転を行わせる一方、該低速領域からエンジン回転数が上昇して機械式過給機の吐出温度が所定の許容限界吐出温度まで上昇したときには、吸気弁が吸気弁遅閉じ運転の場合よりも早いタイミングで閉じられるように吸気弁開閉タイミング可変手段を制御してエンジンに吸気弁早閉じ運転を行わせるようになっており、

かつ、上記低速領域からエンジン回転数が上昇して排気温度が所定の許容限界排気温度まで上昇したときにはEGR率を高めるEGR制御手段が設けられていることを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置。

【請求項2】 請求項1に記載された機械式過給機付エンジンの吸気装置において、

吸気弁開閉タイミング制御手段によって吸気弁早閉じ運転が行われた後、さらにエンジン回転数が上昇して機械式過給機の吐出温度が上記許容限界吐出温度まで上昇したときには機械式過給機下流の加圧空気を機械式過給機上流の吸気通路にリリーフさせる過給制御手段と、

EGR制御手段によってEGR率が高められた後、さらにエンジン回転数が上昇して排気温度が上記許容限界排気温度まで上昇したときには空燃比をリッチ側に変更する空燃比制御手段とが設けられていることを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載された機械式過給機付エンジンの吸気装置において、

機械式過給機付エンジンが燃料としてレギュラーガソリンを用いるようになっていないことを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置。

【請求項4】 請求項1～請求項3のいずれか1つに記載された機械式過給機付エンジンの吸気装置において、EGR制御手段が、上記所定の低速領域ではEGRを供給せず、該低速領域からエンジン回転数が上昇して排気温度が上記許容限界排気温度まで上昇したときからEGRを供給するようになっていないことを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置。

【請求項5】 請求項1～請求項4のいずれか1つに記載された機械式過給機付エンジンの吸気装置において、EGR制御手段が、エンジン回転数が高いときほどEGR率を高めるようになっていることを特徴とする機械式

過給機付エンジンの吸気装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、機械式過給機付エンジンの吸気装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】機械式過給機で吸入空気を加圧(過給)して吸気充填効率を高め、出力の向上を図るようにした機械式過給機付エンジンは従来より知られている。しかしながら、このように機械式過給機で過給を行うと高負荷時にノッキングが起こりやすくなるといった問題がある。このため、かかる従来の機械式過給機付エンジンでは、高負荷時には点火時期をリタードさせて耐ノック性を高めるなどといった対応がなされているが、点火時期をリタードさせるとエンジン出力の低下を招くので、過給による出力向上効果を目減りさせるとともに燃費性能を低下させるといった問題が生じる。

【0003】そこで、機械式過給機と、吸気弁の開弁タイミングを変化させることができる吸気弁開閉タイミング可変手段(VVT)とを備えたエンジンにおいて、所定の運転領域では過給圧を高めた上で吸気弁の開弁タイミングをクランク角でみて吸気行程下死点後の比較的遅い時期に設定して吸気弁遅閉じ運転を行い、耐ノック性を高めるようにしたものが提案されている(例えば、特開昭63-239312号公報参照)。すなわち、過給圧を高めた上で吸気弁遅閉じ運転を行うと、通常運転時に比べて圧縮行程における有効圧縮比が小さくなるので、燃焼室内の混合気の圧縮による温度上昇が小さくなり、したがって点火時における混合気の温度が比較的低くなり耐ノック性が高められることになる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、吸気弁遅閉じ運転を行う場合は、中・高回転領域で吸気充填効率が十分には高められないのでエンジン出力を十分に高めることができなくなる。したがって、中・高回転領域では吸気弁遅閉じによっては耐ノック性を高めることはできないといった問題がある。

【0005】また、過給域では排気ガスの一部をEGRガスとして吸気通路に逆流させ、燃焼温度を低下させて耐ノック性を高めるとともにNOx発生量を低減するようにした過給機付エンジンも提案されている(例えば、特開昭60-237153号公報参照)。しかしながら、吸気通路にEGRガスを導入すると、吸気充填効率が低下するのでエンジン出力の低下を招くといった問題がある。

【0006】ところで、機械式過給機付エンジンにおいては、エンジン回転数の上昇に伴って過給機の吐出圧(過給圧)が上昇し、したがって吐出空気の温度(吐出温度)が上昇することになるが、吐出温度が高くなりすぎると燃費性能が低下し、過給機の信頼性が損なわれるとい

た問題がある。そこで、従来の機械式過給機付エンジンでは、吐出温度が所定の許容限界吐出温度に達したときには、過給機下流の加圧空気を過給機上流の吸気通路にリリーフさせて、吐出温度を許容限界吐出温度以下に保持するようにしている。しかしながら、このように加圧空気をリリーフさせると過給機での動力損失を増加させるとともに、エンジン出力を十分には高めることができなくなるといった問題がある。

【0007】さらに、機械式過給機付エンジンでは排気温度(排気ガスの温度)が高くなる傾向が強いが、排気温度が高くなりすぎると排気管あるいは触媒コンバータの信頼性が損なわれるので、従来の機械式過給機付エンジンでは、排気温度が所定の許容限界排気温度に達したときには空燃比をリッチ側に変更して排気温度を低下させるようにしている。しかしながら、このようにすると燃費性能が低下するといった問題がある。

【0008】したがって、機械式過給機付エンジンにおいては、吸気弁の開閉タイミング、過給圧、EGR、空燃比等を総合的に考察した上で、全運転領域で耐ノック性を高めつつエンジン出力を十分に高めることができ、かつ燃費性能を高めることができ、さらに過給機吐出温度及び排気温度を許容限界内に保持することができる最も合理的なシステムの開発が求められている。

【0009】本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであって、全運転領域でノッキングの発生を防止しつつエンジン出力を十分に高めることができ、燃費性能を高めることができ、かつ過給機吐出温度及び排気温度を許容限界内に保持することができる機械式過給機付エンジンを提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達するため、第1の発明は、機械式過給機と、吸気弁の開閉タイミングを変化させることができる吸気弁開閉タイミング可変手段と、少なくとも機械式過給機によって過給が行われる運転領域では運転状態に応じて、吸気弁がクランク角でみて吸気行程下死点後の比較的遅いタイミングで閉じられるように吸気弁開閉タイミング可変手段を制御してエンジンに吸気弁遅閉じ運転を行わせる吸気弁開閉タイミング制御手段とが設けられている機械式過給機付エンジンの吸気装置において、吸気弁開閉タイミング制御手段が、所定の低速領域ではエンジンに吸気弁遅閉じ運転を行わせる一方、該低速領域からエンジン回転数が上昇して機械式過給機の吐出温度が所定の許容限界吐出温度まで上昇したときには、吸気弁が吸気弁遅閉じ運転の場合よりも早いタイミングで閉じられるように吸気弁開閉タイミング可変手段を制御してエンジンに吸気弁早閉じ運転を行わせるようになっており、かつ、上記低速領域からエンジン回転数が上昇して排気温度が所定の許容限界排気温度まで上昇したときにはEGR率を高めるEGR制御手段が設けられていることを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置を提供する。

式過給機付エンジンの吸気装置を提供する。なお、ここで吸気弁早閉じ運転とは、吸気弁の開閉タイミングが吸気弁遅閉じ運転の場合よりも早いという趣旨であって、普通のエンジンの吸気弁の開閉タイミングに比べて早いという趣旨ではない。

【0011】第2の発明は、第1の発明にかかる機械式過給機付エンジンの吸気装置において、吸気弁開閉タイミング制御手段によって吸気弁早閉じ運転が行われた後、さらにエンジン回転数が上昇して機械式過給機の吐出温度が上記許容限界吐出温度まで上昇したときには機械式過給機下流の加圧空気を機械式過給機上流の吸気通路にリリーフさせる過給制御手段と、EGR制御手段によってEGR率が高められた後、さらにエンジン回転数が上昇して排気温度が上記許容限界排気温度まで上昇したときには空燃比をリッチ側に変更する空燃比制御手段とが設けられていることを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置を提供する。

【0012】第3の発明は、第1又は第2の発明にかかる機械式過給機付エンジンの吸気装置において、機械式過給機付エンジンが燃料としてレギュラーガソリンを用いるようになっていないことを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置を提供する。

【0013】第4の発明は、第1～第3の発明のいずれか1つにかかる機械式過給機付エンジンの吸気装置において、EGR制御手段が、上記所定の低速領域ではEGRを供給せず、該低速領域からエンジン回転数が上昇して排気温度が上記許容限界排気温度まで上昇したときからEGRを供給するようになっていないことを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置を提供する。

【0014】第5の発明は、第1～第4の発明のいずれか1つにかかる機械式過給機付エンジンの吸気装置において、EGR制御手段が、エンジン回転数が高いときほどEGR率を高めるようになっていないことを特徴とする機械式過給機付エンジンの吸気装置を提供する。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例を具体的に説明する。図1と図2とに示すように、第1～第6気筒#1～#6を備えた6気筒V形エンジンVEにおいては、第1バンクP側に第1、第3、第5気筒#1、#3、#5が配置され、第2バンクQ側に第2、第4、第6気筒#2、#4、#6が配置されている。ここで、各気筒#1～#6は、#1→#2→#3→#4→#5→#6の順に点火されるようになっている。したがって、第1バンクP側の各気筒#1、#3、#5は互いに吸気行程が重複せず、また第2バンクQ側の各気筒#2、#4、#6もまた互いに吸気行程が重複しない。なお、以下では便宜上、エンジン本体近傍においては、エンジンVEの長手方向(図1では左右方向)にみて第5気筒#5側を「左」といい、第1気筒#1側を「右」ということにする。

【0016】各気筒#1～#6において、各気筒

5

1,第2吸気弁1a,1bが開かれたときに第1,第2吸気ポート2a,2bから燃焼室3内に混合気が吸入され、この混合気がピストン(図示せず)で圧縮された後点火プラグ(図示せず)で着火・燃焼させられ、排気弁(図示せず)が開かれたときに燃焼ガス(排気ガス)が排気ポート4に排出されるようになっている。ここで、第1,第2吸気ポート2a,2bに臨んで夫々、ポート内の吸入空気中に燃料を噴射して混合気を形成する第1,第2燃料噴射弁5a,5bが設けられている。なお、図1中の第3〜第6気筒#3〜#6については、第1,第2気筒#1, #2と同一構成であるので紙面の都合上個々の部材への付番を省略している。

【0017】詳しくは図示していないが、各気筒#1〜#6の第1,第2燃料噴射弁5a,5bの燃料噴射量は、夫々コントロールユニット10によって制御されるようになっている。すなわち、コントロールユニット10は各気筒#1〜#6の混合気の空燃比を自在に変化させることができるようになっている。

【0018】そして、第1,第2バンクP,Qにおいてはいずれも、各気筒#1〜#6の第1,第2吸気弁1a,1bが夫々、吸気弁用カムシャフト7に取り付けられた第1,第2吸気弁用カム6a,6bによって、後で説明するように所定のタイミングで開閉されるようになっている。ここで、第1,第2バンクP,Qの各吸気弁用カムシャフト7の左端部には夫々カムシャフトブリー8が取り付けられている。そして、図示していないが、両カムシャフトブリー8,8と、クランク軸に取り付けられたクランク軸ブリーとにまたがって1本のタイミングベルトが巻きかけられ、両吸気弁用カムシャフト7,7はクランク軸によって、該クランク軸と同期して回転駆動されるようになっている。

【0019】ここで、両吸気弁用カムシャフト7,7に対して夫々、これらの回転位相を変えて第1,第2吸気弁1a,1bの開閉タイミングを変化させることができる吸気弁開閉タイミング可変手段9(以下、これを便宜上VVT9と略称する)が設けられ、これらのVVT9は夫々コントロールユニット10によって制御されるようになっている。なお、VVT9は、第1,第2吸気弁1a,1bの開閉タイミングを進角方向又は遅角方向にずらせるだけであるので、開閉タイミングを変化させた場合でも開弁期間(クランク角でみて)は変化しない。

【0020】図示していないが、排気弁もまた吸気弁1a,1bとほぼ同様の機構により、後で説明するように所定のタイミングで開閉されるようになっている。ただし、排気弁に対してはVVTは設けられていないので、排気弁の開閉タイミングは固定されている。

【0021】エンジンVEの各気筒#1〜#6に燃料燃焼用の空気を供給するために共通吸気通路12が設けられ、この共通吸気通路12には吸入空気の流れ方向にみて上流側から順に、吸入空気を検出するエアフローセン

6

サ14と、アクセルペダル(図示せず)と連動して開閉されるスロットル弁15と、クランク軸(図示せず)によって駆動される機械式過給機16(スーパーチャージャ)と、該機械式過給機16によって断熱圧縮されて温度が上昇した吸入空気を冷却するインタクーラ17とが介設されている。

【0022】そして、スロットル弁15より下流側において、共通吸気通路12の、機械式過給機16より上流側の部分とインタクーラ17より下流側の部分とを連通させるバイパス吸気通路18が設けられ、このバイパス吸気通路18に、コントロールユニット10からの信号に従ってアクチュエータ19によって開閉されるリリーフバルブ20が介設されている。ここで、エンジン回転数の上昇に伴って機械式過給機16から吐出される空気の温度(吐出温度)が所定の許容限界吐出温度に近づくと、後で説明するように、アクチュエータ19によってリリーフバルブ20が開かれてインタクーラ下流の吸入空気が過給機上流にリリーフされ、吐出温度が許容限界吐出温度以下に保持されるようになっている。ここで、許容限界吐出温度は、機械式過給機16の温度がこれ以上になると、熱膨張等によりその信頼性が損なわれる限界となる値に設定されている。

【0023】共通吸気通路12は、インタクーラ17より下流側で第1分岐吸気通路21と第2分岐吸気通路22とに分岐し、第1分岐吸気通路21の下流端は第1バンクP用の第1サージタンク23に接続され、第2分岐吸気通路22の下流端は第2バンクQ用の第2サージタンク24に接続されている。ここで、第1サージタンク23の左端部と第2サージタンク24の左端部とを連通させる第1連通路25が設けられ、この第1連通路25にはこれを開閉する連通路開閉弁26が介設されている。また、第1サージタンク23の右端部と第2サージタンク24の右端部とを連通させる第2連通路27が設けられ、この第2連通路27にはこれを開閉する2つの連通路シャッタ弁28a,28bが介設されている。

【0024】これらの第1,第2連通路25,27、連通路開閉弁26及び連通路シャッタ弁28a,28bは、エンジン回転数に応じて共鳴効果ないしは慣性効果を有効に利用して、吸気充填効率を高めるために設けられている。すなわち、低回転時には連通路開閉弁26と連通路シャッタ弁28a,28bとを閉じて、共通吸気通路12から第1,第2分岐吸気通路21,22への分岐部を圧力波反射部とする共鳴効果を利用して吸気充填効率を高め、中回転時には連通路シャッタ弁28a,28bのみを開いて第2連通路27の中央部を圧力波反射部とする共鳴効果を利用して吸気充填効率を高め、高回転時には連通路開閉弁26と連通路シャッタ弁28a,28bとを開き慣性効果を利用して吸気充填効率を高めるようにして

【0025】そして、第1サージタンク23には第1、第3、第5気筒#1、#3、#5用の3組の第1、第2独立吸気通路29a、29bの上流端が接続され、これらの第1、第2独立吸気通路29a、29bの下流端は夫々対応する気筒の第1、第2吸気ポート2a、2bに接続されている。他方、第2サージタンク24には第2、第4、第6気筒#2、#4、#6用の3組の第1、第2独立吸気通路29a、29bの上流端が接続され、これらの第1、第2独立吸気通路29a、29bの下流端は夫々対応する気筒の第1、第2吸気ポート2a、2bに接続されている。ここで、各気筒#1～#6の第2独立吸気通路29bには夫々、低負荷時には閉じられ燃焼室3内にスワールを生成して混合気の燃焼性を高める吸気通路開閉弁30が設けられている。なお、第1吸気ポート2aはタンジェンシャルタイプあるいはヘリカルタイプのスワールポートとされている。

【0026】各気筒#1～#6の第1、第2燃料噴射弁5a、5bに、燃料の気化・霧化を促進するためのアシストエアを供給するアシストエア供給通路31が設けられ、このアシストエア供給通路31の上流端は、スロットル弁15より上流側の共通吸気通路12に開口している。そして、アシストエア供給通路31には三方弁であるアシストエアコントロールバルブ32が介設され、このアシストエアコントロールバルブ32の第3の端子には、上流端が機械式過給機16より下流側の共通吸気通路12に開口するアシストエア導入通路33が接続されている。ここで、アシストエアコントロールバルブ32は、過給時には加圧された吸入空気をアシストエアとしてアシストエア導入通路33を通して導入する一方、非過給時にはアシストエア供給通路31を通して大気圧の吸入空気をアシストエアとして導入するようになっている。

【0027】そして、アシストエア供給通路31は途中で第1、第2分岐アシストエア供給通路31a、31bに分岐し、第1分岐アシストエア通路31aを通して第1バンクP側の各燃料噴射弁5a、5bにアシストエアが供給される一方、第2分岐アシストエア供給通路31bを通して第2バンクQ側の各燃料噴射弁5a、5bにアシストエアが供給されるようになっている。なお、第1、第2分岐アシストエア供給通路31a、31bには夫々逆止弁34、35が介設されている。

【0028】各気筒#1～#6の燃焼室3から排気ポート4に排出された排気ガスは、排気通路36を通して大気中に排出されるようになっている。なお、排気通路36には排気ガスを浄化するための触媒コンバータ37が介設されている。

【0029】排気温度を低下させて耐ノッキング性を高める(ノッキングの発生を抑制する)とともにNOx発生量を低減するために、排気ガスの一部をEGRガスとして吸気系に還流させるEGRシステムが設けられている。目

体的には、非過給時において触媒コンバータ37より上流側の排気通路36内の排気ガスをEGRガスとしてインテークラ17より下流側の共通吸気通路12に還流させる第1EGR通路38が設けられ、この第1EGR通路38にはEGR量を調節するための第1EGR弁39が介設されている。

【0030】さらに、過給時に触媒コンバータ37より下流側の排気通路36内の排気ガスをEGRガスとして、機械式過給機16より上流側の共通吸気通路12に還流させる第2EGR通路41が設けられている。そして、この第2EGR通路41には、EGRガス流れ方向にみて上流側から順に、EGRガス中のカーボン除去するカーボントラップ51と、EGRガスを冷却するEGRクーラ52と、EGRガス量(EGR率)を調節する第2EGR弁42とが介設されている。ここで、第2EGR弁42は、後で説明するように、コントロールユニット10から印加される信号に従って、吸入空気量に対するEGRガスの添加率すなわちEGR率を自在に変化させることができるようになっている。なお、第2EGR弁42が吸気系へのEGRガスの供給を停止させることができるのはもちろんである。

【0031】コントロールユニット10は、マイクロコンピュータからなる、特許請求の範囲に記載された「吸気弁開閉タイミング制御手段」と「EGR制御手段」と「過給制御手段」と「空燃比制御手段」とを含むエンジンVEの総合的な制御装置であって、エアフローセンサ14によって検出される吸入空気量、第1吸気温度センサ45によって検出される吸入空気温度、スロットルセンサ46によって検出されるスロットル開度(エンジン負荷)、第2吸気温度センサ47によって検出される過給機下流の吸入空気温度すなわち過給機16から吐出される加圧空気の温度(以下、これを便宜上S/C吐出温度という)、第3、第4吸気温度センサ48、49によって検出されるインテークラ下流の吸入空気温度、回転数センサ(図示せず)によって検出されるエンジン回転数、排気温度センサ(図示せず)によって検出される排気温度等の各種情報を制御情報として、エンジンVEの種々の制御を行うようになっている。

【0032】しかしながら、コントロールユニット10による一般的なエンジン制御はよく知られた普通の制御手法で行われまた本願発明の要旨とするところでもないものでその説明を省略し、以下では適宜図1、図2を参照しつつ本願発明の要旨にかかわる、吸気弁開閉タイミング制御とEGR制御と過給制御と空燃比制御とについてのみ説明する。すなわち、エンジンVEにおいて、コントロールユニット10は、エンジン回転数とS/C吐出温度と排気温度とに基づいて、吸気弁1a、1bの開閉タイミングとEGR率と加圧空気リリーフ量と空燃比とを好ましく制御し、全運転領域でノッキングの発生を防止しつつエンジン出力と燃費性能とを高め、かつS/C時

出温度と排気温度とを許容限界内に保持するようになっている。

【0033】具体的には、次のような手法で第1、第2燃料噴射弁5a、5bと、VVT9と、リリーフバルブ20と、第2EGR弁42とが制御される。

(1)少なくとも過給機16によって過給が行われる運転領域(過給領域)において、低速領域ではVVT9によって第1、第2吸気弁1a、1bが、クランク角でみて吸気行程下死点後の比較的遅いタイミング(例えば、吸気行程下死点後60° C.A.)で閉じられ、吸気弁遅閉じ運転が行われる。このとき、有効圧縮比が小さくなるが、この分過給圧が高くなり吸気充填効率は十分に確保される。このとき、燃焼室3内の混合気の有効圧縮比が小さくなるので、混合気の圧縮による温度上昇が小さくなる。このため、点火時における混合気の温度が比較的低くなり、耐ノック性が高められる。なお、かかる吸気弁遅閉じ運転によりポンピングロスが低減されるので燃費性能も高められる。この場合、吸気系にEGRガスを供給してもしなくてもどちらでもよいが、EGRガスを供給する場合は、新気吸入量の減少をできるだけ小さくするため、EGRガス量ないしはEGR率を小さくするのが好ましい。なお、過給圧の上昇に伴ってS/C吐出温度も上昇することになるが、この低速領域ではもともと過給圧が低いので、S/C吐出温度が許容限界吐出温度に達するおそれはない。

【0034】(2)かかる低速領域での運転時にエンジン回転数が次第に上昇してゆくとこれに伴って排気温度が上昇してゆくことになるが、排気温度が所定の許容限界排気温度まで上昇したときには、第2EGR弁42の開度を大きくすることによってEGR率が所定値だけステップ状に高められる。なお、前記の(1)の状態のときに吸気系にEGRガスを供給していない場合は、この時点からEGRガスの供給が開始されることになる。このようにEGR率を高めると燃焼室3内の混合気の燃焼温度が低下するので排気温度も低下し、排気温度が許容限界排気温度以下に保持される。したがって、燃費性能の低下を招くことなく排気温度を許容限界排気温度以下に保持することができ、排気通路36あるいは触媒コンバータ37の信頼性が高められる。また、EGR率の上昇により耐ノック性が高められる。この場合、EGR率がステップ状に高められた後は、エンジン回転数の上昇に伴ってEGR率を次第に増加させるのが好ましい。なお、排気温度が許容限界排気温度に近づく領域からEGR率を増加させるようにしてもよい。このように、EGR率をエンジン回転数に応じて増加させることによって排気温度の上昇を一層有効に抑制することができる。

【0035】(3)また、低速領域での運転時にエンジン回転数が次第に上昇してゆくとこれに伴って過給圧が上昇し、S/C吐出温度が上昇するが、S/C吐出温度が所定の許容限界吐出温度を越えたときには、VVT

9によって第1、第2吸気弁1a、1bが吸気弁遅閉じ運転の場合よりも早いタイミング(例えば、吸気行程下死点後30° C.A.)で閉じられ、吸気弁早閉じ運転が行われる。このとき、有効圧縮比が大きくなるので、この分過給圧が低くなり、S/C吐出温度が低下する。したがって、S/C吐出温度が許容限界吐出温度以下に保持される。この場合、ノッキングの抑制は、EGRによる燃焼温度の低下と、吸気弁と排気弁との間の開弁オーバーラップの増加とによって行われることになる。なお、ここで「吸気弁早閉じ運転」とは、吸気弁遅閉じ運転の場合よりも早いタイミングで吸気弁1a、1bが閉じられるという趣旨であって、従来の普通のエンジンよりも早いタイミングで吸気弁が閉じられるという趣旨ではない。

【0036】(4)上記の(2)の状態からさらにエンジン回転数が上昇して、排気温度が再び許容限界排気温度まで上昇したときには、第1、第2燃料噴射弁5a、5bの燃料噴射量を増加させることによって、空燃比がリッチ側に変更される。これによって、排気温度が低下させられ、許容限界排気温度以下に保持される。このように、まずEGR率を高めることによって排気温度を低下させ、EGR率を高めることによって排気温度をもはや許容限界排気温度以下に保持することができない状態になったときにはじめて空燃比をリッチ側に変更するようにしているので、不必要な空燃比のリッチ化が避けられ、燃費性能が高められる。

【0037】(5)上記の(3)の状態からさらにエンジン回転数が上昇して、S/C吐出温度が再び許容限界吐出温度まで上昇したときには、リリーフバルブ20を開くことによって、インタークーラ下流の加圧空気がバイパス吸気通路18を通して過給機上流の共通吸気通路12にリリーフさせられる。これによって、過給圧が低下させられ、S/C吐出温度が許容限界吐出温度以下に保持される。このように、まず吸気弁早閉じ運転を行うことによってS/C吐出温度を低下させ、吸気弁早閉じ運転によってはS/C吐出温度をもはや許容限界吐出温度以下に保持することができない状態になったときにはじめて加圧空気のリリーフを行うようにしているので、過給機16の能力を広い運転領域で最大限に利用することができる。エンジン出力を十分に高めることができる。

【0038】以下、図3を参照しつつ、燃料としてレギュラーガソリンを用いた場合について、エンジン回転数が極低速領域(ほぼアイドル領域)から次第に上昇してゆくとときに上記制御が行われた場合の、排気温度及びS/C吐出温度の変化特性等を説明する。図3において、T₁とT₂とは夫々許容限界排気温度と許容限界吐出温度とを示し、G₁(実線)はS/C吐出温度のエンジン回転数に対する変化特性を示し、H₁(実線)は排気温度のエンジン回転数に対する変化特性を示している。また、G₂は吸気弁遅閉じでEGR率を高めた場合のS/C吐出温度のエンジン回転数に対する変化特性を示し、G₃は吸

気弁遅閉してEGR率を高めない場合のS/C吐出温度のエンジン回転数に対する特性を示し、G₁は吸気弁早閉してEGR率を高めた場合のS/C吐出温度のエンジン回転数に対する特性を示している。さらに、H₁は吸気弁早閉してEGR率を高めた場合の排気温度のエンジン回転数に対する変化特性を示し、H₂は吸気弁遅閉してEGR率を高めた場合の排気温度のエンジン回転数に対する特性を示し、H₃は吸気弁遅閉してEGR率を高めない場合の排気温度のエンジン回転数に対する特性を示している。

【0039】図3に示すように、極低速領域において吸気弁遅閉し運転が行われ、かつEGR率が高められていない(EGR率=0の場合を含む)状態からエンジン回転数が次第に上昇してゆくと、これに伴って排気温度とS/C吐出温度とがともに上昇してゆくが、エンジン回転数がN₁に達した時点でまず排気温度が許容限界排気温度T₁に達する。このように、まず排気温度が許容限界に達するのは、燃料として耐ノック性が比較的低いレギュラーガソリンが用いられているので、点火時期が比較的にリタード側にセットされ、このため混合気が後燃え状態となり、排気温度が高くなる傾向が強いからである。なお、エンジン回転数がN₁以下の領域では吸気弁遅閉し運転が行われているので、耐ノック性が高められ、ノッキングの発生が有効に防止される。

【0040】エンジン回転数がN₁に達した時点でEGR率がステップ状に高められ、排気温度は急低下する。この場合、EGR率が高められた分だけ新気吸入量が減少することになるので、これを補うために過給圧がやや高められ、これによってS/C吐出温度がやや上昇する。なお、エンジン回転数がN₁～N₂の領域では吸気弁遅閉し運転が行われ、かつEGR率が高められるので、耐ノック性が一層高められ、ノッキングの発生が一層有効に防止される。

【0041】この状態からさらにエンジン回転数が上昇してゆくと、エンジン回転数がN₂に達した時点でS/C吐出温度が許容限界吐出温度T₂に達し、この時点で吸気弁早閉し運転に切り替えられ、これによって過給圧が低下してS/C吐出温度が急低下する。このとき排気温度が若干上昇する。なお、エンジン回転数がN₂～N₃の領域では、EGRガスによってノッキングの発生が防止される。この場合、吸気弁を早閉じにすることによって、吸気弁と排気弁との間の開弁オーバーラップが大きくなるので燃焼室内の掃気性が高められ、これによっても耐ノック性が高められる。また、この領域ではS/C吐出温度には余裕があるのでEGR量を多くして耐ノック性を高めるのが好ましい。

【0042】さらにエンジン回転数が上昇してゆくと、エンジン回転数がN₃に達した時点で排気温度が再び許容限界排気温度T₁に達し、この時点で空燃比がリッチ側に変更され、排気温度がT₁を超えないように好ましく調整されるので、エンジン回転数がN₃よりも高いときには排気温度がほぼT₁に保持される。このように、空燃比のリッチ化が高回転領域で行われるので、燃費性能が高められる。

【0043】さらにエンジン回転数が上昇してゆくと、エンジン回転数がN₄に達した時点でS/C吐出温度が再び許容限界吐出温度T₂に達し、この時点でインテークラ下流の加圧空気が過給機上流の共通吸気通路12にリリーフされる。ここで、加圧空気のリリーフ量は、S/C吐出温度がT₂を超えないように好ましく調整されるので、エンジン回転数がN₄よりも高いときにはS/C吐出温度はちょうどT₂に保持される。このように、加圧空気のリリーフが高回転領域で行われるので、過給機16の性能を広い運転領域で最大限に発揮させることができ、エンジン出力が高められる。

【0044】このようにして、全運転領域でノッキングの発生を防止しつつエンジン出力を高めることができ、かつ燃費性能を高めることができ、さらに排気温度とS/C吐出温度とを許容限界内に保持することができる。

【0045】このようにして、全運転領域でノッキングの発生を防止しつつエンジン出力を高めることができ、かつ燃費性能を高めることができ、さらに排気温度とS/C吐出温度とを許容限界内に保持することができる。

【発明の作用・効果】第1の発明によれば、低速領域では吸気弁遅閉し運転が行われるので、燃焼室内の混合気の有効圧縮比が小さくなり、混合気の圧縮による温度上昇が小さくなる。このため、点火時における混合気の温度が比較的低くなり、耐ノック性が高められ、ノッキングの発生が防止される。そして、この状態からエンジン回転数が上昇して排気温度が所定の許容限界排気温度まで上昇したときにはEGR率が高められるので、排気温度が低下して許容限界排気温度以下に保持される。したがって、燃費性能の低下を招くことなく排気温度を許容限界内に保持することができ、排気系の信頼性を高めることができる。また、エンジン回転数が上昇して過給機の吐出温度が所定の許容限界吐出温度まで上昇したときには吸気弁早閉し運転が行われるので、有効圧縮比が大きくなりこの分過給圧が低くなり、吐出温度が低下して許容限界吐出温度以下に保持される。したがって、過給機の能力を最大限に発揮させつつ吐出温度を許容限界内に保持することができ、エンジン出力を高めることができる。

【0046】第2の発明によれば、基本的には第1の発明と同様の作用・効果が得られる。さらに、エンジン回転数が上昇して排気温度が再び許容限界排気温度まで上昇したときには空燃比がリッチ側に変更され、これによって排気温度が低下させられ許容限界排気温度以下に保持される。したがって、まずEGR率を高めることによって排気温度を低下させ、これによって排気温度を許容限界内に保持することができない状態になったときにはじめて空燃比をリッチ側に変更するようにしているのので、不必要な空燃比のリッチ化が避けられ燃費性能が高められる。また、エンジン回転数が上昇して吐出温度が

13

再び許容限界吐出温度まで上昇したときには過給機下流の加圧空気が過給機上流の吸気通路にリリースさせられ、これによって過給圧が低下させられ吐出温度が許容限界吐出温度以下に保持される。したがって、まず吸気弁早閉じ運転を行うことによって吐出温度を低下させ、これによって吐出温度を許容限界内に保持することができない状態になったときにはじめて加圧空気をリリースさせるようにしている。過給機的能力を広い運転領域で最大限に利用することができエンジン出力を高めることができる。

【0047】第3の発明によれば、基本的には第1又は第2の発明と同様の作用・効果を得られる。さらに、燃料として比較的耐ノック性の低いレギュラーガソリンが用いられているので、排気温度が比較的高くなる。このため、低速領域からエンジン回転数が上昇した場合、まず排気温度が許容限界排気温度に達し、この後で吐出温度が許容限界吐出温度に達することになる。したがって、吐出温度が許容限界吐出温度に達して吸気弁早閉じ運転が行われる際には、すでにEGR率が高められているので、これによって耐ノック性が十分に高められノッキングの発生が防止される。なお、燃料としてハイオクガソリンを用いるなどして、吐出温度の方が先に許容限界に達した場合は、この時点から排気温度が許容限界に達するまでの間はEGR率が高められないので、耐ノック性が若干低下することになる。

【0048】第4の発明によれば、基本的には第1～第3の発明のいずれか1つと同様の作用・効果が得られ *

14

る。さらに、低速領域では吸気系へのEGRガスの供給が停止されるので、新気吸入量が多くなりエンジン出力が高められる。

【0049】第5の発明によれば、基本的には第1～第4の発明のいずれか1つと同様の作用・効果が得られる。さらに、エンジン回転数の上昇に伴ってEGR率が高められるので、排気温度の上昇が有効に抑制される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる吸気装置を備えた機械式過給機付エンジンのエンジン本体まわりのシステム構成図である。

【図2】 図1に示すエンジンの吸気系統のシステム構成図である。

【図3】 図1に示すエンジンにおける、過給機吐出温度及び排気温度の、エンジン回転数に対する特性を示す図である。

【符号の説明】

VE…エンジン

#1～#6…第1～第6気筒

1a, 1b…第1, 第2吸気弁

5a, 5b…第1, 第2燃料噴射弁

9…吸気弁開閉タイミング可変手段

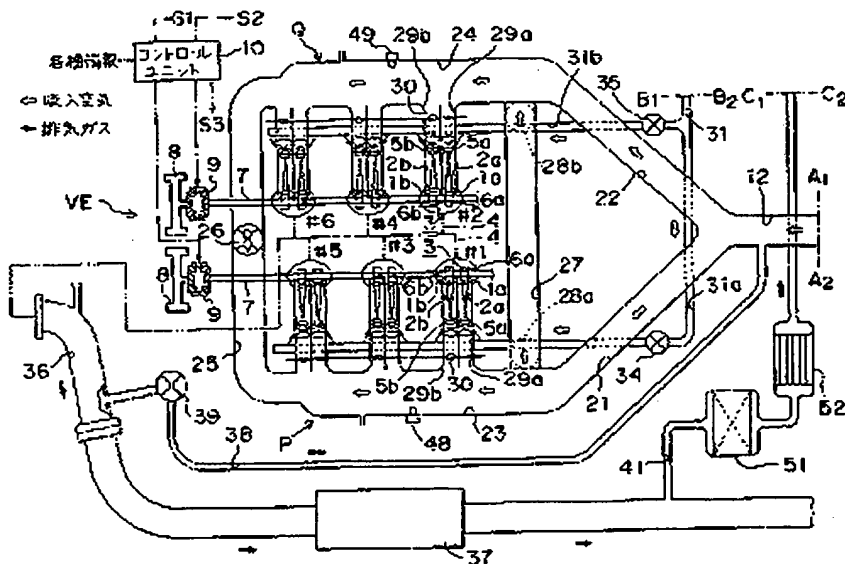
10…コントロールユニット

16…機械式過給機

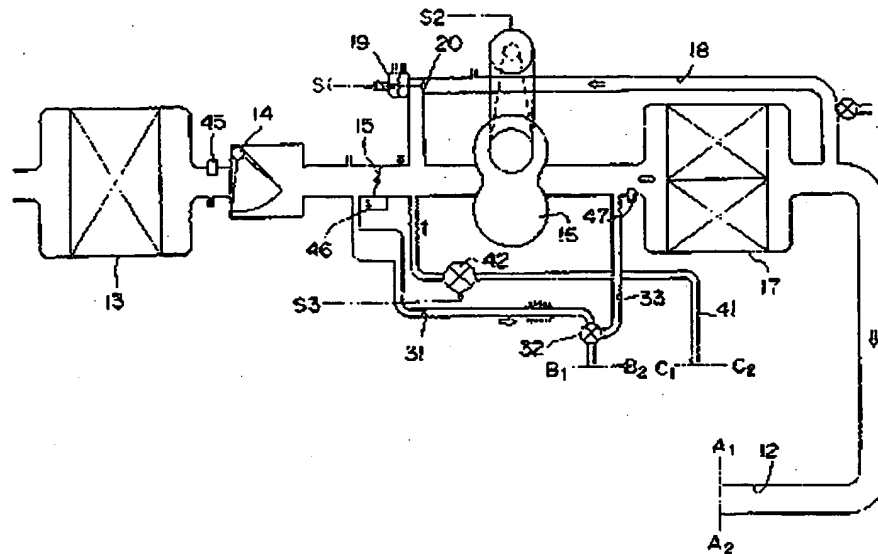
20…リリースバルブ

42…第2EGR弁

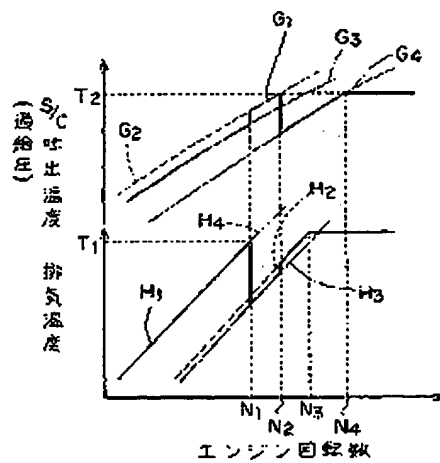
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	片内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 21/08	3 1 1	B 7536-3G		
23/00		K 7536-3G		
41/02	3 3 0	D 8011-3G		
		E 8011-3G		
41/04	3 3 0	M 8011-3G		
43/00	3 0 1	N		
		H		
		Z		
F 0 2 M 25/07	5 7 0	P		

(72)発明者 上杉 達也

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ
株式会社内